

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09061276 A**

(43) Date of publication of application: **07 . 03 . 97**

(51) Int. Cl **G01L 25/00**

(21) Application number: **07214474**

(22) Date of filing: **23 . 08 . 95**

(71) Applicant: **TOYOTA MOTOR CORP**

(72) Inventor: **AONO HIROSHI  
FUNAHASHI YOICHI**

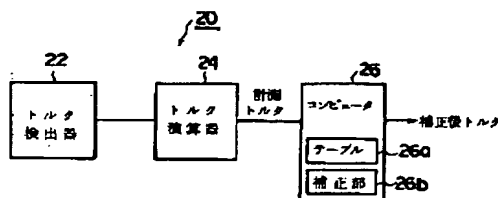
(54) **METHOD FOR COMPENSATING TORQUE METER  
AND TORQUE METER USING THE METHOD**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To compensate an error in a torque meter.

SOLUTION: A spiral angle of a shaft detected in a torque detector 22 is converted into measured torque in a torque calculator 24. However, the measured torque includes an error based on hysteresis of a torque meter. A computer 26 has in it a table 26a of compensated values based on calibration test performed in advance, wherein a compensation part 26b of the computer 26 compensates an output of the torque calculator 24.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-61276

(43) 公開日 平成9年(1997)3月7日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 1 L 25/00

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 1 L 25/00

技術表示箇所

C

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平7-214474

(22) 出願日

平成7年(1995)8月23日

(71) 出願人

000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者

青野 宏

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者

舟橋 陽一

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人

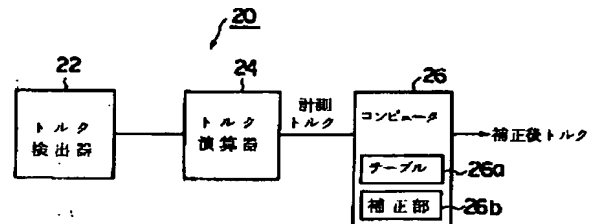
弁理士 吉田 研二 (外2名)

(54) 【発明の名称】 トルクメータの補正方法及びこれを用いるトルクメータ

(57) 【要約】

【課題】 トルクメータにおける誤差を補正する。

【解決手段】 トルク検出器22において検出される軸のねじれ角がトルク演算器24において、計測トルクに換算される。しかし、この計測トルクには、トルクメータのヒステリシスに基づく誤差が含まれている。コンピュータ26は、その内部に予め行った校正試験に基づく補正值のテーブル26aを有しており、コンピュータ26の補正部26bがトルク演算器24の出力を補正する。このため、正しいトルクの検出が行える。



トルクメータの構成

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 トルク負荷試験の試験条件に合わせて、負荷トルクを複数の区間に分割して校正試験を実施し、それぞれの区間で計測トルクを試験において印加される基準トルクに合致させる補正式を求め、求められた補正式をテーブルに登録し、試験時には計測トルクがテーブルのどこに該当するかを判断し、該当する補正式を用いてトルクメータの出力を補正することを特徴とするトルクメータの補正方法。

【請求項2】 トルク負荷試験の試験条件に合わせて、その順番に校正試験を実施し、その順番における試験条件と補正值の関係をテーブルに登録し、試験時には、登録されたテーブルを利用してトルクメータの計測値を補正することを特徴とするトルクメータの補正方法。

【請求項3】 予め定められた試験条件で実施されるトルク負荷試験の際の負荷トルクを計測するためのトルクメータであって、試験条件の負荷トルクを複数の区間に分割して実施した校正試験の結果から求められた各区間毎の実際の負荷トルクと計測トルクの関係を記憶するテーブルと、試験時における計測トルクを上記テーブルに基づいて補正する補正手段と、を有し、計測値を補正することを特徴とするトルクメータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、予め定められた所定の試験条件で実施されるトルク負荷試験におけるトルクメータの補正方法及びこれを用いるトルクメータに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、自動車のクランクシャフトなどについて、トルク負荷試験が行われている。このようなトルク負荷試験では、試験対象物に予め定められた各種の大きさのトルクを印加したり、負荷トルクを所定の順番で印加して、耐久性を調べたりする。

【0003】ここで、このような試験を行うには、試験対象物に印加されたトルクを検出する必要がある。

【0004】図9には、従来の位相差式トルクメータ10の一例が示されている。このトルクメータは、トルク発生手段の試験用出力軸と、トルクが印加される試験対象軸の間に介在され、トルクを伝達しながら印加トルクを検出する。

【0005】図において、トーションバー1は、左端が試験用出力軸に接続され、右端が試験対象軸に接続される。このトーションバー1は、試験用出力軸のトルクを試験対称軸に伝達すると共に、このねじれ角からトルクが検出される。

【0006】そこで、トーションバー1には、所定の間隔において、一対の外歯歯車2が設けられている。そし

て、この外歯歯車2の近傍には、一対の検出コイル3が設けられている。この検出コイル3は、外歯歯車2の回転による磁界の変化をそれぞれ誘導電流として出力する。従って、この誘導電流の位相からトーションバー1の回転位相を検出することができる。

【0007】すなわち、この検出コイル3の誘導電流の位相から外歯歯車2の取付位置におけるトーションバー1の位相が検出される。従って、2つの検出コイル3の検出値から2つの外歯歯車2の間のねじれ角が両者の位相ずれとして検出できる。そこで、ねじれ角とトルクの関係は校正試験によって予め求めておくことにより、得られた回転位相差からトーションバー1におけるトルクが検出される。

【0008】また、このトルクメータでは、検出器付属モータ4により、回転中空円筒5が回転される。そして、この回転中空円筒5には、永久磁石6が接続されると共に、外歯歯車2に近接する位置には、内歯歯車7が形成されている。従って、トーションバー1が回転していない場合にも、内歯歯車7による回転磁界が外歯歯車2を介し検出コイル3に印加され、得られる誘導電流によって、外歯歯車2の位相ずれが検出される。従って、トーションバー1が回転していない状態における外歯歯車2の位相ずれも検出することができる。

【0009】このようにして、トルクメータ10によって、試験対象軸への負荷トルクを検出することができる。

【0010】ここで、トルクメータ10の構成は、図10に示すように、トルクメータ10に中間軸受け8を介し、基準となる重り9によりトルクを作用させ、この際の2つの外歯歯車2間の位相ずれを検出することによって行う。

## 【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかし、このトルクメータでは、トーションバー1の非弾性挙動によって、トーションバー1への負荷トルクと、ねじれ角にヒステリシスがあるため、計測トルクに誤差が生じる。すなわち、上述の校正試験では、トーションバー1への負荷トルクと、ねじれ角の関係には、ヒステリシスは無いものとし、0負荷と試験における最大基準負荷の2点のねじれ角の測定から、校正を行う。

【0012】トーションバー1の材料の弾性域で使用すれば、ねじれ角と負荷は、ほぼ比例関係にあり、直線として問題は生じない。しかし、厳密には、トーションバー1の材料の非弾性挙動によって、印加する基準トルクとねじれ角から求められる計測トルクには、図11に示すような直線性ヒステリシスが生じる。

【0013】すなわち、トーションバー1に加える基準トルクを徐々に増加していった場合、計測トルクは2点間を結ぶ校正直線より下側を通り、基準トルクを減少していった場合には、上側を通る。

10

20

30

40

50

【0014】従って、基準トルクを増加していき、 $T_s$ のトルクを印加した場合、計測結果は、 $T_m$ となり、本来の値 $T_m' = T_s$ より小さな値になってしまう。

【0015】この誤差は非常に微小なものであるが、駆動系ユニット（トランスミッションや、ディファレンシャルギア等）の伝達効率の試験など高精度のトルク計測を必要とする分野では、問題となる場合も多い。従って、さらに高精度のトルク測定が行えるトルクメータが望まれている。

【0016】本発明は、上記課題に鑑みなされたものであり、高精度のトルク測定を行うためのトルクメータの補正方法及びこれを用いるトルクメータを提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明は、トルク負荷試験の試験条件に合わせて、負荷トルクを複数の区間に分割して校正試験を実施し、それぞれの区間で計測トルクを試験において印加される基準トルクに合致させる補正式を求め、求められた補正式をテーブルに登録し、試験時には計測トルクがテーブルのどこに該当するかを判断し、該当する補正式を用いてトルクメータの出力を補正することを特徴とする。

【0018】このように、本発明によれば、試験条件に併せて、負荷トルクを複数の区間に分割して校正試験を行う。例えば、 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ の4つのトルクを印加する試験を行うのであれば、最大負荷 $d$ と0負荷の間を4つの区間に分割する。そして、0負荷、最大負荷 $d$ を印加して、従来通り校正を行い、かつその中間の3つの点における基準負荷 $a$ 、 $b$ 、 $c$ を印加し、その時の計測トルクを検出する。次に、4区間内は直線で近似できることを仮定して、区間毎の補正式を作成し、これをテーブルに記憶する。

【0019】そして、実際の試験時には、計測トルクがテーブルのどの区間に該当するかを調べ、計測トルクを補正式を用いて補正することによって正しい負荷トルク（補正後トルク）の計測が行える。従って、補正後トルクを利用して、試験対象軸に正確なトルクを印加して、所期の試験を行うことができる。

【0020】なお、基準トルクを増加させながらの計測によって補正式を作成した場合には、試験の場合にも負荷トルクを増加させて試験を行う必要がある。また、増加方向の補正式と減少方向の補正式を両方テーブルに用意しておき、試験条件によって、選択できるようにしてもよい。

【0021】また、本発明は、トルク負荷試験の試験条件に合わせて、その順番に校正試験を実施し、その順番における試験条件と補正值の関係をテーブルに登録し、試験時には、登録されたテーブルを利用してトルクメータの計測値を補正することを特徴とする。

【0022】試験の中には、所定のパターンで、負荷ト

ルクを変更して、その挙動を調べるような試験もある。このような試験の場合、その試験と同様のパターンで基準トルクを印加し、その際の計測トルクをサンプリングする。そして、得られた計測トルクをそれぞれ基準トルクに補正する補正テーブルを用意する。そして、実施の試験では、計測トルクが所定値、すなわち補正された値が基準トルクに至ったことでそのトルクの印加を検出し、これを予め定められたパターンで行う。これによって、所定のパターン通りの負荷トルクを印加して試験を行うことができる。

【0023】本発明は、予め定められた試験条件で実施されるトルク負荷試験の際の負荷トルクを計測するためのトルクメータであって、試験条件の負荷トルクを複数の区間に分割して実施した校正試験の結果から求められた各区間毎の実際の負荷トルクと計測トルクの関係を記憶するテーブルと、試験時における計測トルクを上記テーブルに基づいて補正する補正手段と、を有し、計測値の誤差を補正することを特徴とする。

【0024】このトルクメータによれば、予め設けられているテーブルを利用して、計測値を正しい値に補正することができる。従って、予め定められた試験の際には、常に正しい計測値を出力することができる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明に好適な実施の形態について、図面に基づいて説明する。

【0026】「トルクメータの構成」図1に、一実施形態のトルクメータ20の構成を示す。このように、トルクメータ20は、トルク検出器22、トルク演算器24及びコンピュータ26からなっている。トルク検出器22は、上述の図9に示したものと同様のものであり、内蔵するトーションバーのねじれ角についての信号を出力する。トルク演算器24は、ねじれ角を予め記憶されている校正直線を利用して計測トルク値に変換する。この計測トルク値は、上述の従来例と同様に計測した2点間を結んだ直線から求められたものであり、直線性ヒステリシスに起因する誤差を含んでいる。

【0027】そして、トルク演算器24の出力である誤差を含んだ計測トルクは、コンピュータ26に供給される。このコンピュータ26は、予め求められたデータ補正用のテーブル26aを有していると共に、このテーブル26aを利用して計測トルクを正しい値（補正後トルク）に補正する補正部26bを有している。

【0028】従って、トルク演算器24から出力される誤差を含んだ計測トルクは、コンピュータ26において、補正後トルクとして出力される。

【0029】「テーブルの作成」図2にテーブル26aの作成を説明するフローチャートを示す。まず、操作者は、トルクメータ20を使用して行う試験の内容から印加する基準トルク、すなわち校正条件を決定し、これを入力する（S11）。このトルクメータを使用して行う

試験は複数あれば、この中で最大精度を要するものを前提として、校正条件を決定する。この基準トルクは、例えば図3に示すように、基準トルク $T_s$ として、 $T_{s_0} \sim T_{s_n}$ の間を $n$ 個の区間に分割する。

【0030】この条件に入力があつた場合には、コンピュータ26は、入力があつた基準トルク $T_s$ 、例えば $T_{s_0} \sim T_{s_n}$ を表示する(S12)。

【0031】次に、操作者が、決定された複数の基準トルク $T_s$ を順番にトルクメータ20に印加するが、まず1番目の基準トルク $T_{s_0}$ (0点)を印加する(S13)。そして、この負荷が印加された状態で、計測を示す(S14)。

【0032】この指示に応じて、コンピュータ26は、トルク演算器24を介し、トルク検出器22の出力を取り込む(S15)。そして、得られた計測トルク $T_m$ ( $T_{m_0}$ )を表示する(S16)。なお、得られた計測トルク $T_s$ は、その時の基準トルク $T_s$ に関連づけて内部のメモリの記憶しておく。このようにして、1つの基準トルクについての計測を終了した場合には、操作者がすべての条件が終了したかを判定する(S17)。終了していなかった場合には、S13に戻り、次の基準トルクの印加計測を行い、すべての条件が終了するまでこれを繰り返す。従って、S17において、YESとなったときには、S11で設定したすべてに基準トルク $T_{s_0} \sim T_{s_n}$ を印加した場合に計測トルク $T_{m_0} \sim T_{m_n}$ がデータとして取り込まれている。

【0033】このように、すべてのデータがそろつた場合には、コンピュータ26は、各区間の補正式を演算算出する(S18)。この補正式は、計測トルクを基準トルクに一致させるものであり、図3の校正曲線の区間 $T_{m_i} \sim T_{m_{i+1}}$ を考えたとき、次のようになる。

【0034】

$$【数1】 T = T_{s_i} + (T_{s_{i+1}} - T_{s_i}) (T_m - T_{m_i}) / (T_{m_{i+1}} - T_{m_i})$$

ここで、 $T$ が計測トルク $T_m$ の時に得られる補正後の正しいトルク(補正後トルク)である。

【0035】このようにして、1つの区間についての補正式が得られたときにはこれを表示する(S19)。そして、すべての条件が終了したかを判定し(S20)、NOであればS18に戻り、次の区間の補正式の算出、表示をS20でYESになるまで繰り返す。

【0036】S20において、YESとなり、すべての区間の補正式が作成された場合には、操作者が登録を指示する(S21)。この指示に応じ、コンピュータ26がテーブルを登録保存する(S22)。

【0037】このテーブルは、図4に示すようなもので、基準トルクに対応し計測トルクが記憶され、計測トルクの各区間に対応し補正式が記憶される。従って、実際に試験においては、計測トルクがどの区間に該当するかを判断の上、対応する補正式に計測トルクを代入して

正しい補正後トルクを得る。

【0038】この試験時の処理について、図5に基づいて説明する。まず、操作者が、試験についての運転条件を設定する(S31)。すなわち、この試験において、何段階のトルクを印加して、試験を行うかを設定する。設定が終了した場合には、計測を指示する(S32)。この指示に応じて、コンピュータ26は、トルク演算器24の出力から計測トルク $T_m$ を取り込む(S33)。そして、取り込んだ計測トルク $T_m$ に応じて、補正式を選択する(S34)。次に、選択した補正式により補正演算を行い(S35)、算出された補正後のトルクを表示する(S36)。

【0039】これによって1つの条件のトルク印加による試験が終了するため、すべての条件が終了するかを判定し(S37)、終了していなかった場合には、S31に戻る。そして、すべての条件が終了した場合には、S37においてYESになり、試験を終了する。なお、S36における補正後のトルク値が設定しようとしたトルクと異なる場合もS31に戻って、条件の設定をやり直すようにするとよい。

【0040】ここで、S34の補正式の選択の処理について図6に基づいて説明する。このように、まず計測トルク $T_m$ を取り込み、計測トルク $T_m$ が、図4のテーブルのどの区間にあるかを判定し、該当する補正式を決定する。なお、エラーはテーブルの設定にミスがあり、計測トルクがテーブルの範囲を超えてしまったことを意味している。

【0041】このようにして、補正式によって補正した補正計測トルクによって、正しいトルク値を検出でき、所期の試験を行うことができる。

【0042】なお、本実施形態の校正試験と、実際に試験では、負荷を増加させて印加するか減少させて印加するかの別が合致していなければならない。そこで、条件の設定の際に増加または減少に限定するか、増加、減少の両方の試験を行ってそれぞれ別のテーブルを用意しておき、実際に試験の際に増加、減少の別によってテーブルを選択するとよい。

【0043】「他の実施形態」この実施形態では、試験条件に合わせて、その順番に校正試験を行い、試験条件と補正量の関係を示すテーブルを登録しておく。そして、試験時には、テーブルより順次計測値の補正を行って、所期の試験を行う。試験の中には、所定のパターンでトルクを変化させて、試験対象物の耐久性などを調べるものがあり、本実施形態はこのような試験を対象にしている。

【0044】図7に、試験前のテーブル作成の処理を示す。まず、試験条件に合わせて対応する重りを負荷し基準トルクを印加する(S41)。この状態で、トルクメータによってその時の計測トルク(トルク演算器24の出力)を取り込む(S42)。そして、計測トルクと実

際に印加した基準トルクの偏差を求める（S43）。ここで、この偏差が、トルクメータの誤差に該当し、また補正量でもある。

【0045】そして、この偏差が求められた場合には、すべての試験条件が終了したかを判定し（S44）、NOであればS41に戻り、次の条件で偏差を求める。すべての試験条件が終了した場合はS44でYESになり、求められた偏差を試験条件に対応させてテーブルに記憶する（S45）。

【0046】このようにして、試験条件のそれぞれに合わせて偏差（補正值）がテーブルに登録される。

【0047】図8に試験時の処理を示す。まず、試験条件に合わせてテーブルを選択する（S51）。トルク演算器24の出力を得（S52）、これをテーブルから得た偏差で補正し（S53）、補正值が試験条件に一致したことで、試験条件の達成を判定する。

【0048】これによって1つの試験条件の試験が終了するため、すべての条件が終了したかを判定し（S54）、NOであれば、次の条件に切り換え（S55）、S52に戻る。そして、次の偏差を用いて補正を行って、所定トルクの印加試験を行い、これをすべての条件終了まで繰り返す。

【0049】このように、本実施形態によれば、試験条件に合わせて、試験条件の各試験ポイントでの補正值をテーブルに記憶する。また、その試験ポイントの補正值は、実際試験と同様の手順で達成されているため、それが負荷増加方向であるか減少方向であるかは、実際に試験に合致したものになっている。従って、各試験ポイントにおいて、正確なトルク計測を行うことができる。 \*

\*【0050】「その他の構成」上述の実施形態では、位相差式トルクメータを利用したが、データ収集にコンピュータを利用するシステムであれば、歪みゲージ式トルクメータ磁歪式トルクメータなど他の形式のシステムにも適用することができる。

【0051】また、上述の実施形態では、直線性ヒステリシスの補正を行ったが、これに限らず温度による計測トルクの誤差も同様に補正することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施形態のトルクメータの構成を示すブロック図である。

【図2】 テーブル作成の処理を示すフローチャートである。

【図3】 校正曲線を示す特性図である。

【図4】 校正テーブルを示す説明図である。

【図5】 試験時の処理を示すフローチャートである。

【図6】 補正式の選択を示すフローチャートである。

【図7】 他の実施形態におけるテーブル作成の処理を示すフローチャートである。

【図8】 同実施形態における試験時の処理を示すフローチャートである。

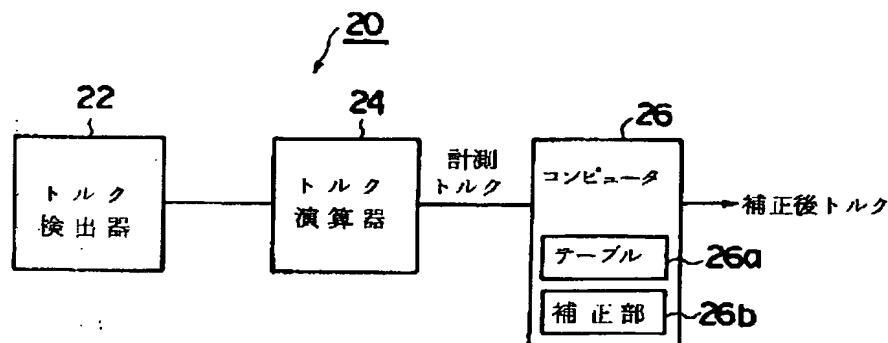
【図9】 従来のトルクメータの構成を示す図である。

【図10】 校正試験の説明図である。

【図11】 基準トルクと計測トルクの関係を示す図である。

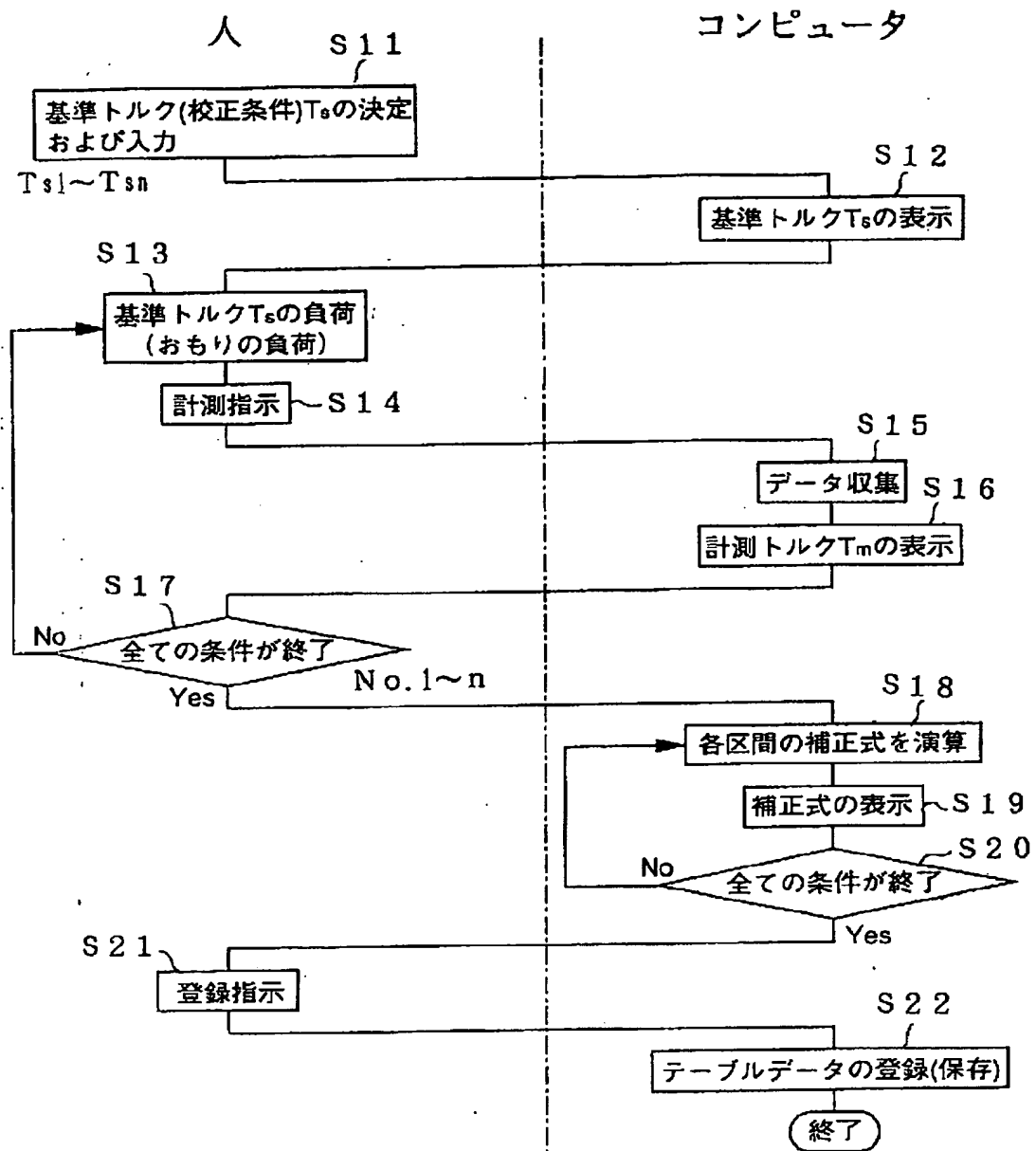
【符号の説明】

22 トルク検出器、24 トルク演算器、26 コンピュータ、26a テーブル、26b 補正部。

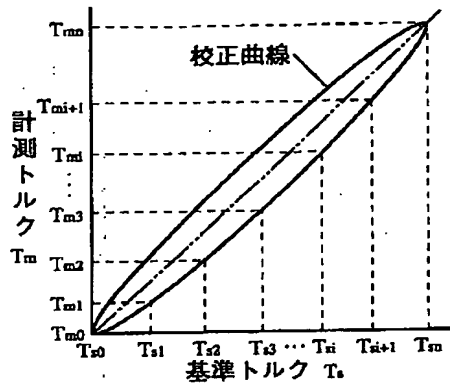


トルクメータの構成

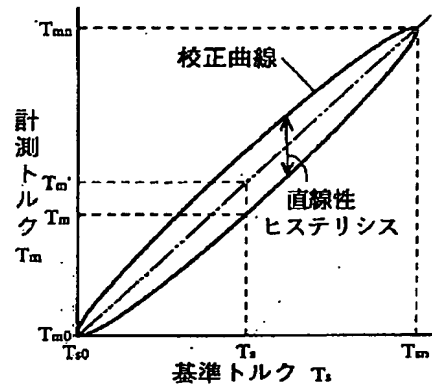
## テーブルの作成



【図3】



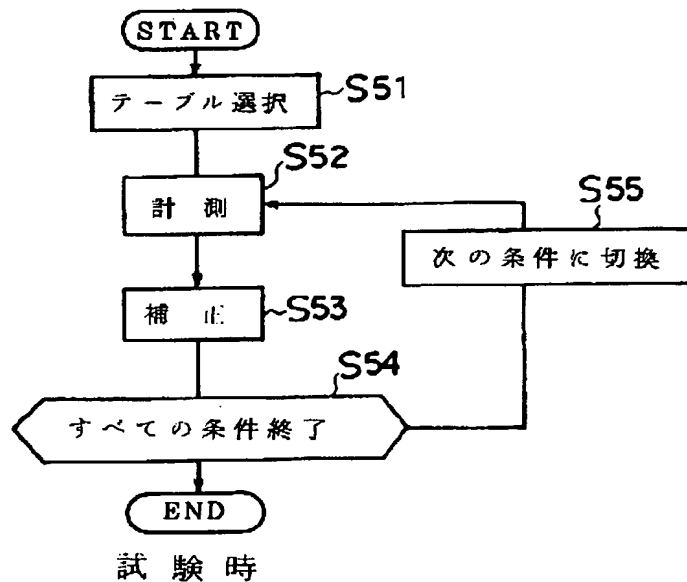
【図11】



【図4】

n	基準トルク	計測トルク	補正式
1	$T_{s1}$	$T_{m1}$	$T = T_{s1} + \frac{T_{s2} - T_{s1}}{T_{m2} - T_{m1}} (T_m - T_{m1})$
2	$T_{s2}$	$T_{m2}$	
3	$T_{s3}$	$T_{m3}$	
⋮	⋮	⋮	⋮
n-1	$T_{sn-1}$	$T_{mn-1}$	$T = T_{sn-1} + \frac{T_{sn} - T_{sn-1}}{T_{mn} - T_{mn-1}} (T_m - T_{mn-1})$
n	$T_{sn}$	$T_{mn}$	

【図8】

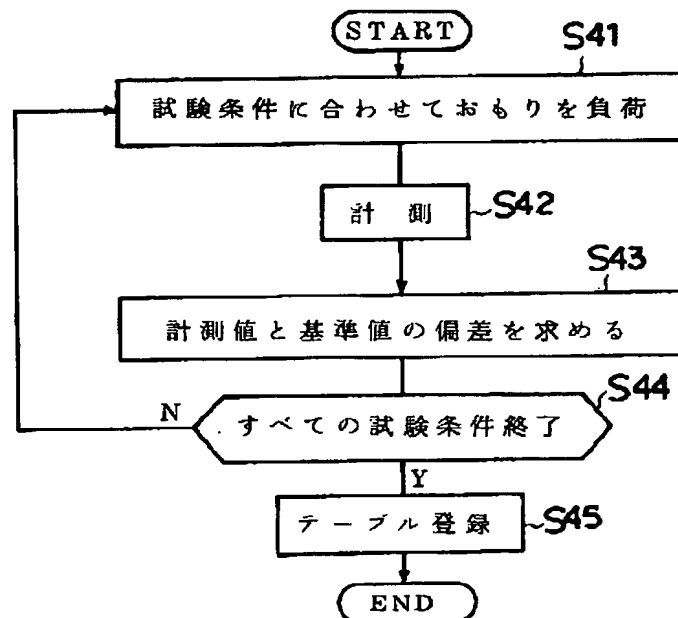


人

```

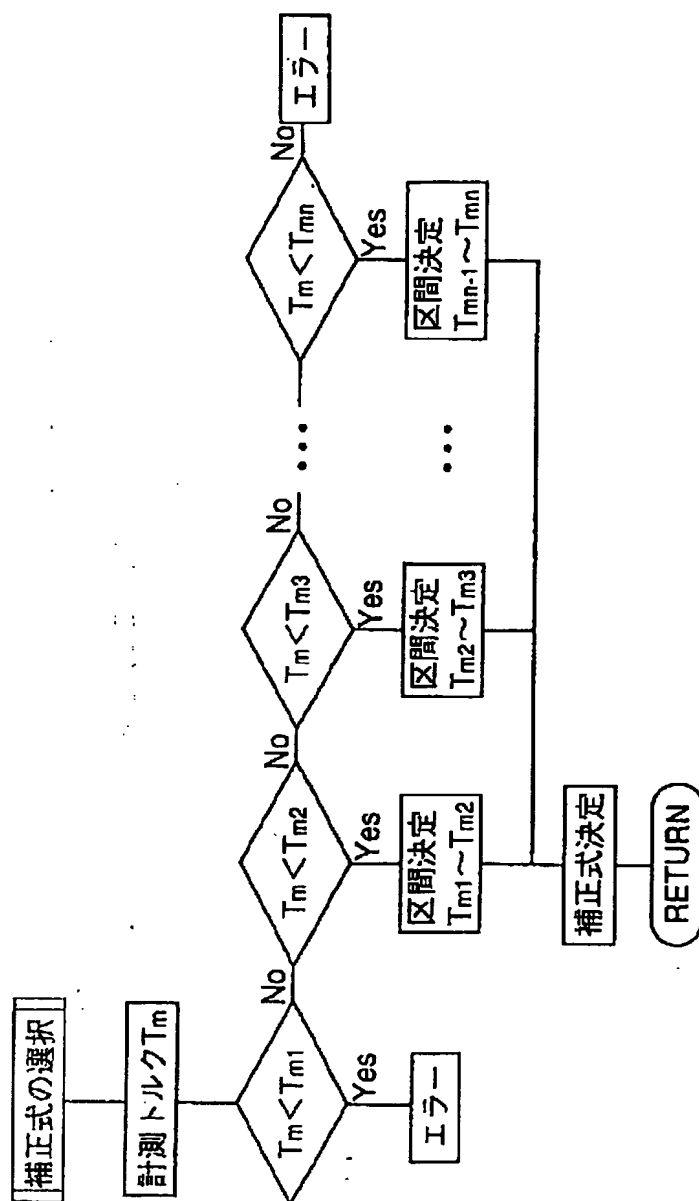
graph TD
    Start(( )) --> S31[条件設定 ~ S 3 1]
    S31 --> S32[計測指示 ~ S 3 2]
    S32 --> S33[データ収集(Tm) ~ S 3 3]
    S33 --> S34[補正式の選択 ~ S 3 4]
    S34 --> S35[補正演算 ~ S 3 5]
    S35 --> S36[計測値(補正值)表示 ~ S 3 6]
    S36 --> S37{全ての条件が終了 ~ S 3 7}
    S37 -- No --> S31
    S37 -- Yes --> End([終了])
  
```

【图 7】



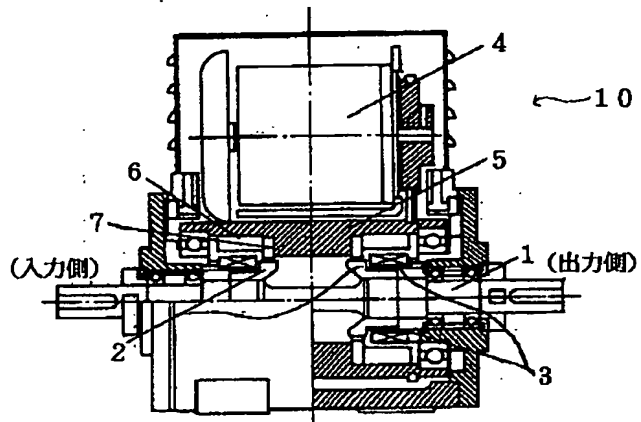
## テーブルの作成

【図 6】



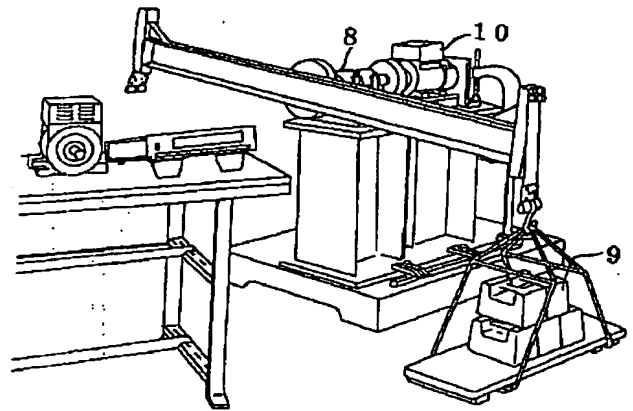
補正式を選択

【図9】



トルクメータ

【図10】



校正試験